

3

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-281711

(43)公開日 平成 6 年(1994)10月 7 日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 1 R 31/36

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 7324-2G

N 7324-2G

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平5-291981

(22)出願日 平成 5 年(1993)11月22日

(31)優先権主張番号 特願平5-11626

(32)優先日 平 5 (1993) 1 月27日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(72)発明者 内田 光宣

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 河合 利幸

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 牧野 太輔

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(74)代理人 弁理士 宇井 正一 (外 4 名)

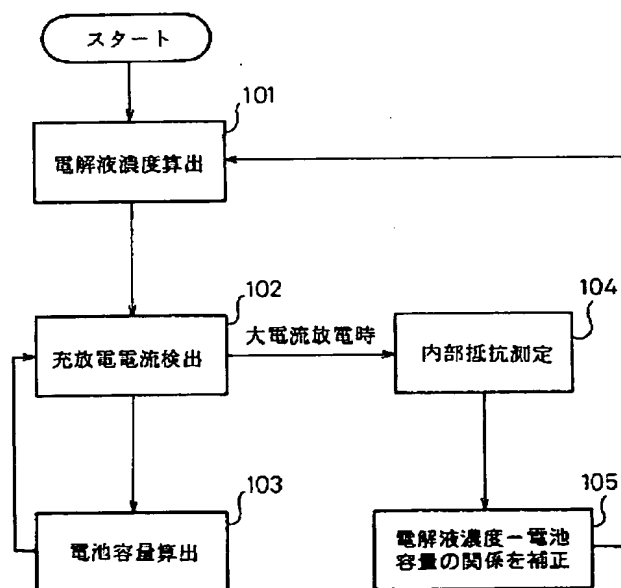
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 バッテリ残存容量検出装置

(57)【要約】

【目的】 バッテリ残存容量検出装置において、各種検出方法の特長を有効に利用し、迅速で正確な残存容量が検出できるようにする。

【構成】 バッテリの電解液濃度検出101 によりバッテリー容量を求め、これに充放電電流の積算102 によるバッテリー容量の相対的変化量を加算して、バッテリーの残存容量を求める103。これにより、電解液濃度の検出には時間遅れが生ぜず正確な残存容量が得られ、充放電電流の積算による検出誤差の積算は、バッテリーの使用開始毎にリセットされることとなるから、各種検出方法の特長を有効に利用し、正確で迅速なバッテリーの残存容量の検出装置が得られることとなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 バッテリーの電解液濃度を検出する第1の検出手段、充放電電流値を検出する第2の検出手段、電解液濃度とバッテリー容量の相関関係を記憶する第1の記憶手段、前記第1の検出手段の出力と前記第1の記憶手段に記憶されている情報から、バッテリー容量を演算する第1の演算手段、および前記第2の検出手段の出力を積算した値からバッテリー容量の相対的変化量を求め、この相対的変化量と前記第1の演算手段で得られたバッテリー容量からバッテリーの残存容量を演算する第2の演算手段を有することを特徴とするバッテリー残存容量検出装置。

【請求項2】 バッテリーの電圧を検出する第3の検出手段、および予め定められた電流値以上の放電状態において、放電電流値を検出する前記第2の検出手段と前記第3の検出手段により所定の演算方法で、前記請求項1記載のバッテリー残存容量検出装置により得られたバッテリー残存容量を補正する補正手段を有することを特徴とする請求項1記載のバッテリー残存容量検出装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、バッテリー残存容量検出装置に関するものであり、特に詳しくは、電気自動車等のバッテリーの残存容量を正確に把握するためのバッテリー残存容量検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、バッテリーの状態（残存容量等）を検出する手段として、所定時間間隔毎に測定した充放電電流値を積算していく方法、濃度センサを用いてバッテリーの電解液比重を測定する方法、およびバッテリーの放電中に内部抵抗を測定し得られた内部抵抗からバッテリー容量を算出する方法があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の各種のバッテリー容量検出方法は、以下に述べる問題点を有している。充放電電流値を積算していく方法は、検出の速度は速いという利点があるが、検出の微量の誤差も長期に渡って積算されるため、適当な時期でのデータのリセットが必要である。また、充放電効率および自己放電率の補正が必要であり、この補正の誤差も積算されるという問題点があった。

【0004】濃度センサによりバッテリーの電解液比重を測定する方法は、バッテリーの状態を直接検出するという利点があるが、充放電による電解液濃度変化が平衡に達するまでの間測定誤差が生じ、センサの出力に遅れがあるため、充放電の途中で正確なバッテリー容量を検出することは困難である。また、バッテリーの劣化（電解液の増減を含む）によって、電解液濃度とバッテリー容量の相関関係に誤差が生じるという問題点があった。

【0005】バッテリーの内部抵抗から算出する方法は、バッテリー容量を比較的容易に検出できるという利点を有

するが、連続的な測定が不可能である。また、放電状態での検出誤差は小さいものの、満充電付近でのバッテリー容量検出誤差が大きいという問題点がある。本発明は、以上の各検出方法の特徴を有効に利用し、迅速で正確な検出ができるバッテリー残存容量検出装置を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、バッテリーの電解液濃度を検出する第1の検出手段、充放電電流値を検出する第2の検出手段、電解液濃度とバッテリー容量の相関関係を記憶する第1の記憶手段、前記第1の検出手段の出力と前記第1の記憶手段に記憶されている情報から、バッテリー容量を演算する第1の演算手段、および前記第2の検出手段の出力を積算した値からバッテリー容量の相対的変化量を求め、この相対的変化量と前記第1の演算手段で得られたバッテリー容量からバッテリーの残存容量を演算する第2の演算手段によりバッテリー残存容量検出装置を構成する。

【0007】

【作用】この手段によれば、バッテリーの使用開始毎に、電解液濃度により求めたバッテリー容量を基準として、充放電電流を積算することによりバッテリー容量の変化を算出することとなる。これにより、充放電電流の積算により迅速な残存容量の検出ができると共に、充放電電流の検出誤差の積算は、バッテリーの使用開始毎にリセットされることとなるから、正確なバッテリーの残存容量の検出装置が得られることとなる。

【0008】

【実施例】本発明のバッテリー残存容量検出装置を電気自動車に適用した実施例について、図を用いて説明する。図2は、バッテリー残存容量検出装置の実施例のブロック図を示す。図において、1はバッテリー、2はバッテリー1に設けられた電解液濃度センサ、3はバッテリー1の電流I_Bを検出する充放電電流検出器、4はバッテリー1の端子電圧V_Bを検出する電圧検出器である。バッテリー1には、モータ等の負荷5と回生ブレーキ6が接続され、さらに、バッテリーの充電時には、外部電源7が接続される。また、8はマイコンであり、濃度センサ2、充放電電流検出器3、電圧検出器4、および外部電源7からの信号が入力され、バッテリーの残存容量を算出する。

【0009】マイコン8では、電気自動車の運転開始毎に図1に示す制御ブロックに沿ってバッテリー容量を検出する。すなわち、電気自動車の運転開始時に電源をオンすると、始めに、電解液濃度によるバッテリー容量算出手段101で電解液濃度によるバッテリー容量が算出される。この値でマイコン8のメモリに記憶していたバッテリー容量の値をリセットする。

【0010】電解液濃度によるバッテリー容量算出手段101のバッテリー容量の算出は、図3の電解液濃度とバッテリー容量の関係を示す第1の記憶手段に記憶されたグラ

フから求められる。図3のバッテリー容量は、満充電時を100%として表している。実際の演算では、バッテリー容量は、Ah（アンペア・アワー）かWh（ワット・アワー）の表示となる。本例における電解液濃度によるバッテリー容量の算出は、電気自動車の運転開始時に行われるのであるから、電解液濃度変化が平衡した状態で測定がされることとなり、時間遅れによる測定誤差は問題とならない。

【0011】なお、この電解液濃度は、電解液濃度の変化による水蒸気圧の変化を検出することにより知ることができる。湿度センサを透湿性を有するフィルタで保護し、これを電解液中に設置する。透湿性のフィルタは、水蒸気は透過するが、液体の侵入は防止する機能を有している。図7にこのセンサの例を示す。感湿膜71と温度補償用サーミスタ72を基板73上に配置し、これを絶縁フィルム74上の配線75と所定の配線76を行う。このセンサ本体は、透湿性のフィルタ77を開口に設けたケース78内に収納される。

【0012】次に、運転が実際に開始されてバッテリー1が充放電を開始すると、その充放電電流が充放電電流検出手段102で検出されて、バッテリー容量算出手段103で充放電電流を積算することによりバッテリー容量の変化が算出され、バッテリーの残存容量が検出される。ステップ103の充放電電流によるバッテリー容量の算出は、バッテリー1に流れる充放電電流を積算してバッテリー容量の変化を算出し、これを電解液濃度によるバッテリー容量算出手段101で得た電解液濃度により求めたバッテリー容量に加算することにより、現在のバッテリー容量を算出する。

【0013】この充放電電流によるバッテリー容量の算出は、検出の速度が早いので、現時点のバッテリー容量を迅速に検出できる。また、この算出の基礎となる電解液濃度により求めたバッテリー容量の算出は、電気自動車の運転開始毎にリセットされるのであるから、充放電電流の検出誤差が長期に渡って積算されることはなくなって、正確なバッテリー容量の算出がされる。

【0014】一方、電解液濃度により求める方法の誤差の原因となるバッテリーの劣化による検出誤差の補正は、バッテリーの内部抵抗の値を使用して行う。ここで、内部抵抗を求める方法について説明する。内部抵抗値の算出は、瞬間的に大電流で放電しその時の電圧降下から算出するのが実用的な方法であることから、0.5C～3C（ただし、Cはバッテリーの公称容量）程度の大放電電流時に電流と電圧の値を2点以上取り、それらを結ぶと図4の様なグラフが得られ、この直線の傾きが内部抵抗Rを表すこととなる。

【0015】また、内部抵抗は放電の進行と共に増大するので、内部抵抗とバッテリー容量の間には図5の様な関係を持つ。しかし、満充電に近い状態では内部抵抗の微小な誤差によってバッテリー容量算出時に大きな誤差を生

じる可能性があるため、バッテリー残存容量が少ない状態で内部抵抗を測定する方が望ましい。この内部抵抗により、補正手段105で、図5の内部抵抗とバッテリー容量の関係を示すグラフから、バッテリー容量を求める。

【0016】ここで、バッテリーが劣化している場合、電解液濃度から求めたバッテリー容量には誤差が生じるが、バッテリーの内部抵抗から求めたバッテリー容量には劣化による誤差が生じない。したがって、以下に説明する図6に示す方法で、これら両者のバッテリー容量を比較して、電解液濃度から求めたバッテリー容量を補正する。すなわち、電解液濃度によるバッテリー容量算出手段101で行われるバッテリー容量の算出の根拠となる、電解液濃度－バッテリー容量の関係を補正する。

【0017】図6において、内部抵抗により算出された残存容量 Q_R と、これが算出された時の電解液濃度と充放電電流の積算により算出された残存容量 Q_r との相関をプロットして直線近似をすることにより、(c)に示すグラフが得られる。本来 Q_R が0%時は、 Q_r も0となる筈であるが、バッテリーが劣化している場合は誤差が生じる。

【0018】例えば、100Ahのバッテリーを使用した場合、 Q_R が0%の時の Q_r が－5Ahとなった時は、バッテリーが劣化し、満充電時のバッテリー容量が95Ahになったと判断する。そして、(a)に示す電解液濃度－バッテリー容量のグラフを(d)のグラフに示すように補正をする。なお、測定誤差等で(+)側にズレた場合は補正を行わない。

【0019】この補正は、前記電解液濃度によるバッテリー容量算出手段101の運転開始時の電解液濃度によるバッテリー容量の算出が終了した時点で、前回の運転で得られた(c)のグラフを使用して行われる。したがって、電気自動車の運転開始毎にバッテリーの劣化による補正がされる。内部抵抗の測定は、連続的に行えないため、不定期間毎の測定になるが、バッテリーの劣化も急速に進む可能性は少なく、この方法での劣化補正で十分に正確なバッテリー容量の算出が可能となる。

【0020】次に、以上説明した本実施例の図1の制御ブロックの動作を、さらに具体的に示した図8～11のフローチャートを用いて説明する。始めに、図8のステップS1で電源がオンされると同時に、ステップS2で初期データが読み込まれる。この初期データは、図12に示すように、前回走行の有無によって異なる。

【0021】前回走行がない場合、すなわち、新品のバッテリーを使用して初めて走行する時には、以下の演算等に使用する変数の初期設定として、比重補正項 ΔH として0を、満充電容量 A_{he} として公称バッテリー容量 A_h0 を、劣化度 R として0を設定する。また、前回走行した場合は、上記各項目として前回のファイルを読み込み、さらに電解液の比重測定により得た劣化度 R_h を読み込む。

【0022】次に、ステップS3で、前述の図7に示す電解液濃度センサを用いて電解液濃度 H_t を検出し、温度センサを用いてバッテリーの温度 T を検出する。ステップS4で、これらの値と図3に示す電解液濃度とバッテリー容量の相関関係のデータ81からバッテリー容量を算出し、これをバッテリー容量 Q_h とする。次に、ステップS5で、イグニッションスイッチ（以下「IG」とする。）のON/OFF状態を判別する。

【0023】IGがONの場合、ステップS6で、バッテリー電圧 V_B 、バッテリー電流 I_B 、温度 T を検出する。ステップS7で、電流の方向と大きさから、バッテリーが放電状態にあり、かつ大電流放電がされているか否かを判定する。例えば、劣化していない時のバッテリーの満充電容量を Q_{h0} とした時、 $a = 0.2 Q_{h0}$ 、 $b = 0.5 Q_{h0}$ とし、ステップS4で算出したバッテリー容量 Q_h が、 $a < Q_h < b$ で、 I_B が1C以上であれば、内部抵抗を正確に測定することができると判定して、ステップS8へ進む。NOであれば、内部抵抗の測定を省略して、ステップS10へ進む。

【0024】ステップS8で、前述の図4に示す方法でバッテリー1の内部抵抗 R を測定し、ステップS9で、図5に示す内部抵抗とバッテリー容量の相関関係から内部抵抗による残存容量 Q_R を算出し記憶しておく。この後、ステップS10で充放電電流検出器3の出力の正負によって、充電状態（例、正の出力）か、放電状態（例、負の出力）かを判定する。

【0025】放電状態の場合、ステップS11で、放電電流の積算値 ΣI_d と放電時間の積算値 Σt から、平均放電電流 I_{ave} を、 $I_{\text{ave}} = \Sigma I_d / \Sigma t$ として算出する。次に、ステップS12で、平均放電電流 I_{ave} と放電時間 Σt から放電電気量 Q_d を、 $Q_d = I_{\text{ave}} \times \Sigma t$ として算出し、ステップS15へ進む。以上のステップS11、S12の行程は、IGのオンから現在の測定を行う時点までの期間で、充電時を除いた期間に行われる。

【0026】前記ステップS10で充電状態と判定した場合は、ステップS13へ進む、充電効率 η_c （%）が算出される。充電効率 η_c は、充電電流 I_c と温度 T とバッテリー容量SOCに依存する。なお、SOCとは、満充電状態を100%とし、現在の充電量を%で表示したものである。したがって、これらの値と充電効率 η_c を表すマップにより充電効率 η_c が求められる。図13にそのマップの1例を示す。ステップS14で、ここで求められた充電効率 η_c 、充電電流 I_c と充電時間 Δt とから充電電気量 Q_c を、 $Q_c = \Sigma (I_c \times \Delta t \times \eta_c)$ として算出する。

【0027】ステップS15で、充電電気量 Q_c と放電電気量 Q_d から消費電気量 Q_s を、 $Q_s = Q_c + Q_d$ として算出する。さらにステップS16で、平均放電電流 I_{ave} と温度 T から容量変化率 K をマップにより求める。この容量変化率とは、バッテリー容量が放電電流と温度に

よって変化する割合を言う。この容量変化率を求めるマップの1例を図14に示す。

【0028】ステップS17で、容量変化率 K とステップS4で求めた電解液濃度によるバッテリー容量 Q_h を用いて、バッテリー容量 A_{hk} を、 $A_{hk} = Q_h \times K$ として算出し、電解液濃度により求めたバッテリー容量 Q_h を補正する。そして、ステップS18で、ステップS15で求めた消費電気量 Q_s を用いて、残存容量 Q_r を、 $Q_r = A_{hk} - Q_s$ として算出する。さらに、満充電容量 A_{he} を用いて、 $SOC = Q_r / A_{he}$ （%）として算出し、このSOCと温度 T 、劣化度 R 、 R_h 等の必要事項を表示装置に表示する。以後は、ステップS5へ戻る。

【0029】次に、バッテリーの劣化度検出について説明する。ステップS5でIGがオフの場合、ステップS19へ進み、IGCH（イグニッションチャージスイッチ）がオンかオフかを判定する。オフの場合は、ステップS5へ戻る。IGCHがオンの場合は、ステップS20で、単位時間当たりの電解液濃度変化量 ΔH_{ch} と、単位時間当たりの充電量の変化量 ΔC を演算する。

【0030】そして、ステップS21で、 $\Delta C \times \eta > \Delta H_{ch}$ となった時に、満充電と判定し、ステップS22で、この時のバッテリー容量（電解液濃度により求めたバッテリー容量）と、劣化していない時のバッテリー容量 A_{h0} とを比較することで、劣化度 R_h を算出し、記憶する。ここで、 η は、充電効率であり、例えばこれが10%以下になったときに満充電と判定させるものであるが、10%という数値に限定するものではない。

【0031】また、この電解液の比重により求められる劣化度 R_h は、その後の計算に用いられるものではなく、単に表示のために用いられる。ただ、ステップS2で読み込まれて、ステップS4のデータの補正に使用される。なお、バッテリーを図2に示すように外部電源7で充電した場合、ステップS19からS21で示す劣化度の算出を行う必要はなく、満充電信号を外部電源7から受け取って、ステップS22の劣化度検出操作を行えば良い。

【0032】最後に、本実施例により求めたSOC検出結果と従来の方法により求めたSOCを比較したデータの1例を図15に示す。図15のデータは、公称容量7.5Ah（25°C、1.5Aで放電した時のバッテリー容量）のバッテリーを使用し、25°Cで2.0Aの定電流放電を行い、本実施例により求めたバッテリー容量、および従来方式である電解液濃度により求めたバッテリー容量（従来方式1）、充放電電流の積算により求めたバッテリー容量（従来方式2）のそれぞれを算出して、バッテリーの残存容量を得てグラフ化したものである。

【0033】図15に示したデータから以下のことが分かる。

(1) 電解液濃度によるSOCの検出（従来方式1）では、電解液濃度センサ2の応答遅れによって、SOC

検出に遅れが生じている。

(2) 電流積算によるSOCの検出(従来方式2)では、公称容量75Ahのバッテリーを20Aで放電すると、実際には68Ahしか放電できないのに対し、75Ahから放電量を積算して行くため、誤差が生じている。なお、劣化したバッテリーを使用している場合でも、75Ahをスタートとして容量を減少させるため、誤差はさらに拡大することが予想される。

(3) 本実施例では、バッテリー容量の0とSOCの0とが一致し、正確にSOCを検出していることが理解できる。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、バッテリーの使用開始毎に、電解液濃度により求めたバッテリー容量を基準に充放電電流の積算によりバッテリー容量の変化を算出することとなる。これにより、充放電電流の積算による検出誤差の積算は、バッテリーの使用開始毎にリセットされることとなるから、正確で迅速なバッテリーの残存容量の検出装置が得られることとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の制御ブロックを示すブロック図。

【図2】本発明を適用した電気自動車の回路図。

【図3】電解液濃度とバッテリー容量の関係を示すグラフ。

【図4】バッテリーの内部抵抗を求める方法を示すグラフ。

【図5】内部抵抗とバッテリー容量の関係を示すグラフ。

【図6】内部抵抗によりバッテリー容量を補正する方法を示す図。

【図7】電解液濃度センサの平面図と側面断面図。

【図8】本発明の実施例の動作を説明するフローチャートその1。

【図9】本発明の実施例の動作を説明するフローチャートその2。

【図10】本発明の実施例の動作を説明するフローチャートその3。

【図11】本発明の実施例の動作を説明するフローチャートその4。

【図12】本発明の実施例で使用される初期データの読み込みを示すフローチャート。

【図13】充電効率を求めるために使用するマップ。

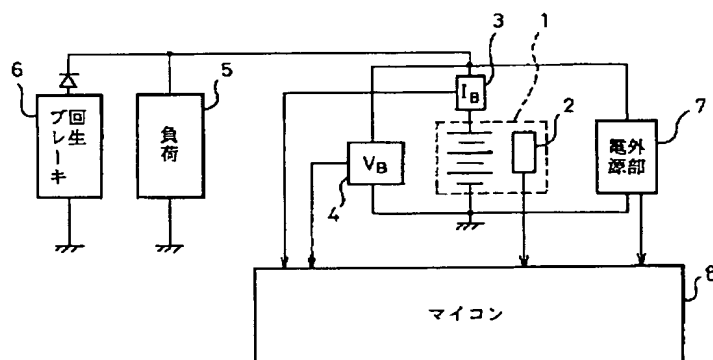
【図14】容量変化率を求めるために使用するマップ。

【図15】本発明と従来例の効果を比較するためのグラフ。

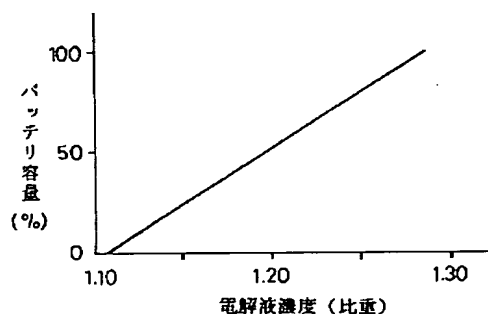
【符号の説明】

- 1…バッテリー
- 2…電解液濃度センサ
- 3…充放電電流検出器
- 4…電圧検出器
- 5…負荷
- 6…回生ブレーキ
- 7…外部電源
- 8…マイコン
- 101…電解液濃度によるバッテリー容量算出手段
- 102…充放電電流検出手段
- 103…バッテリー容量算出手段
- 104…内部抵抗測定手段
- 105…補正手段

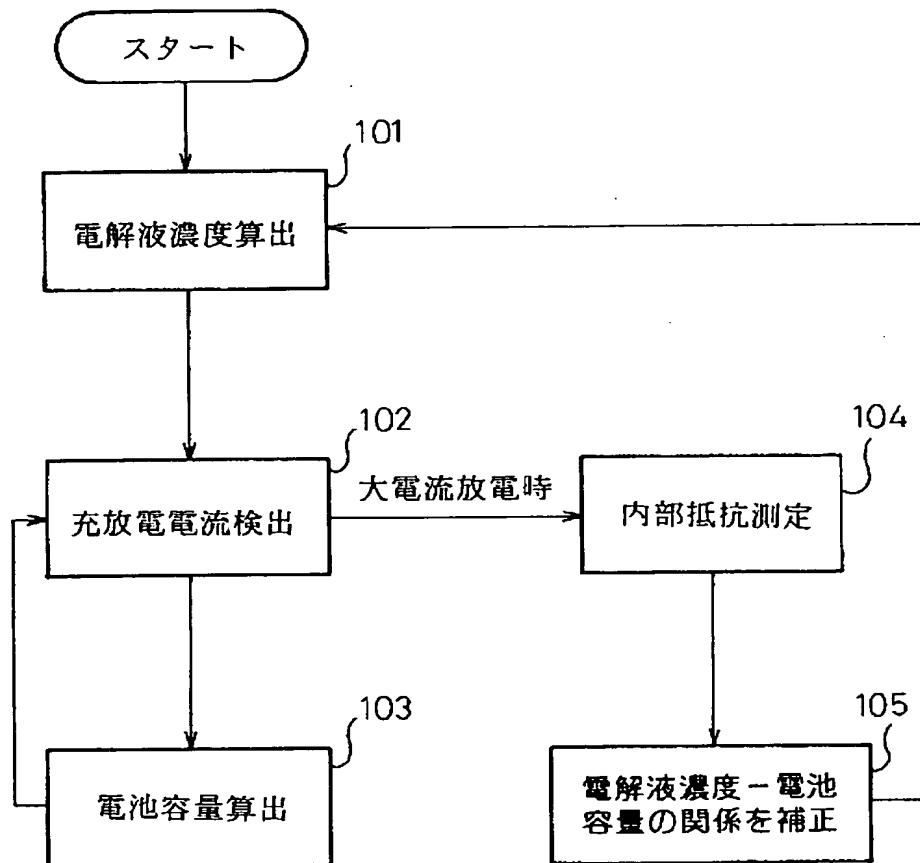
【図2】



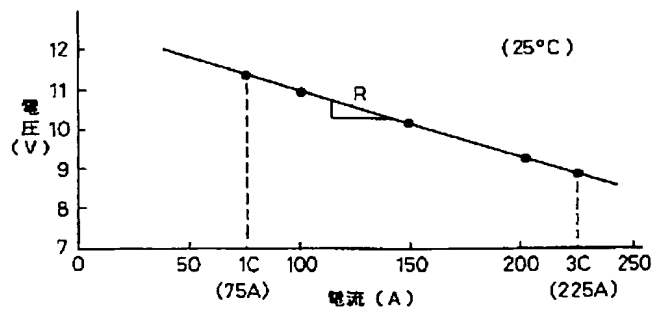
【図3】



【図 1】

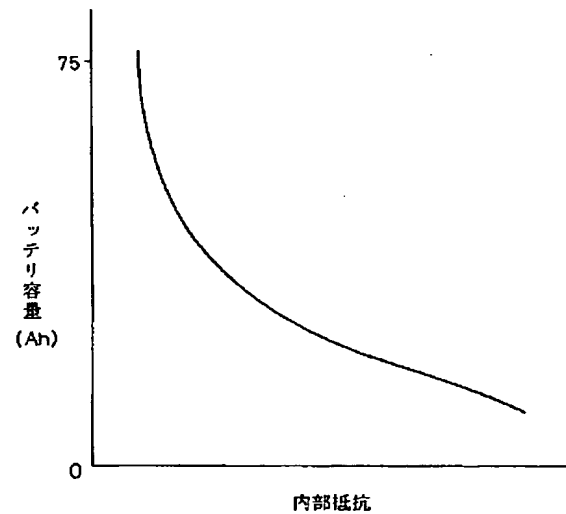


【図 4】



【図 5】

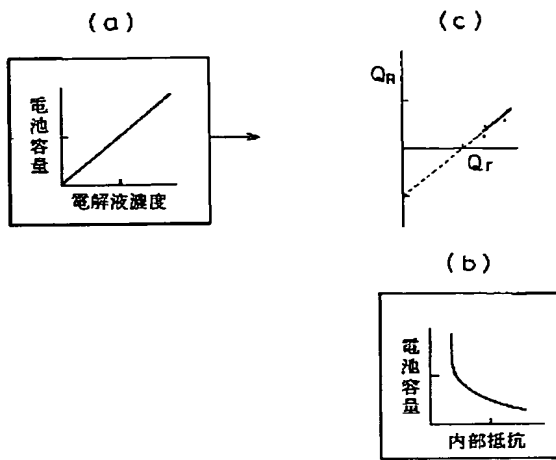
75Ah 電池の例



【図 13】

T(°C) \ SOC	-15	0	25	60
0.50	0.98	0.98	0.98	0.98
0.70	0.81	0.89	0.96	0.98
0.80	0.50	0.72	0.96	0.97
0.90	0.29	0.39	0.88	0.90
1.00	0.04	0.04	0.04	0.04

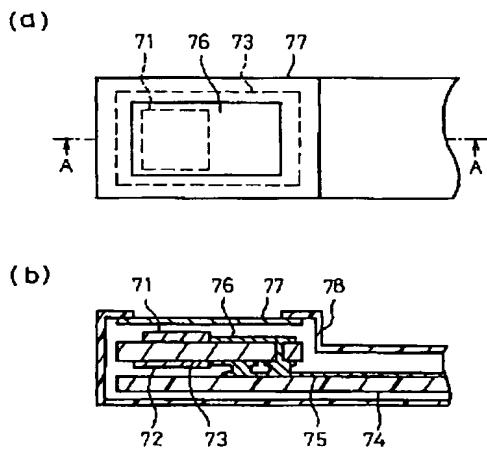
【図6】



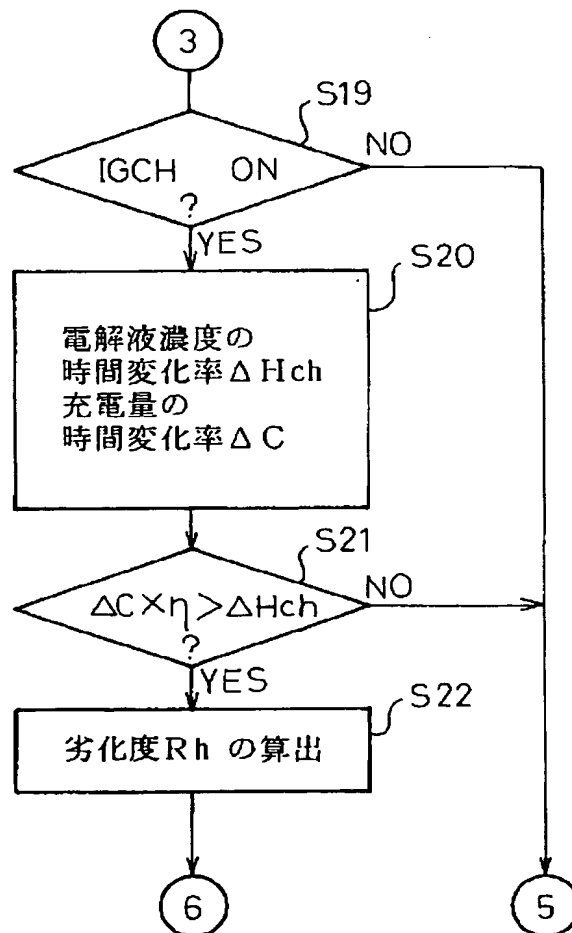
【図14】

$T(^{\circ}\text{C})$	-15	0	25	60
I_{dm}				
14	0.73	0.89	0.96	1.01
25	0.68	0.75	0.88	0.91
50	0.58	0.62	0.72	0.75
100	0.43	0.51	0.58	0.64
150	0.35	0.42	0.45	0.46

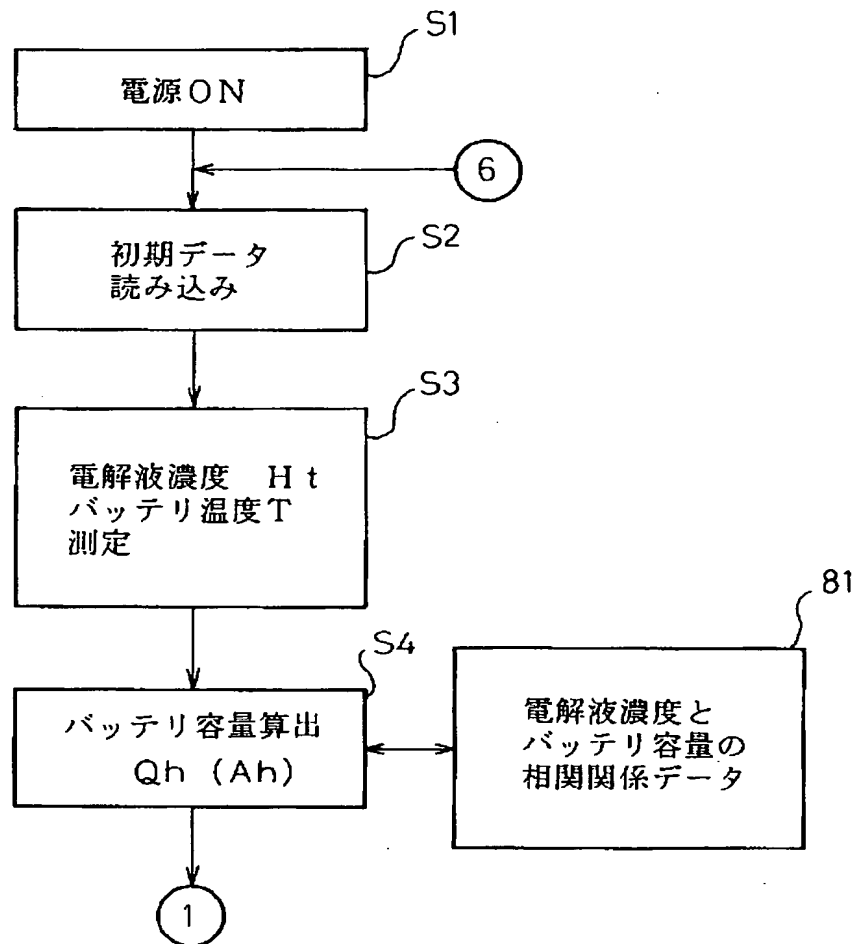
【図7】



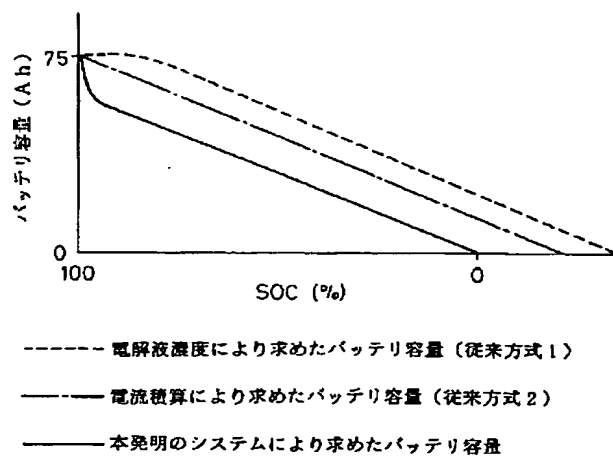
【図11】



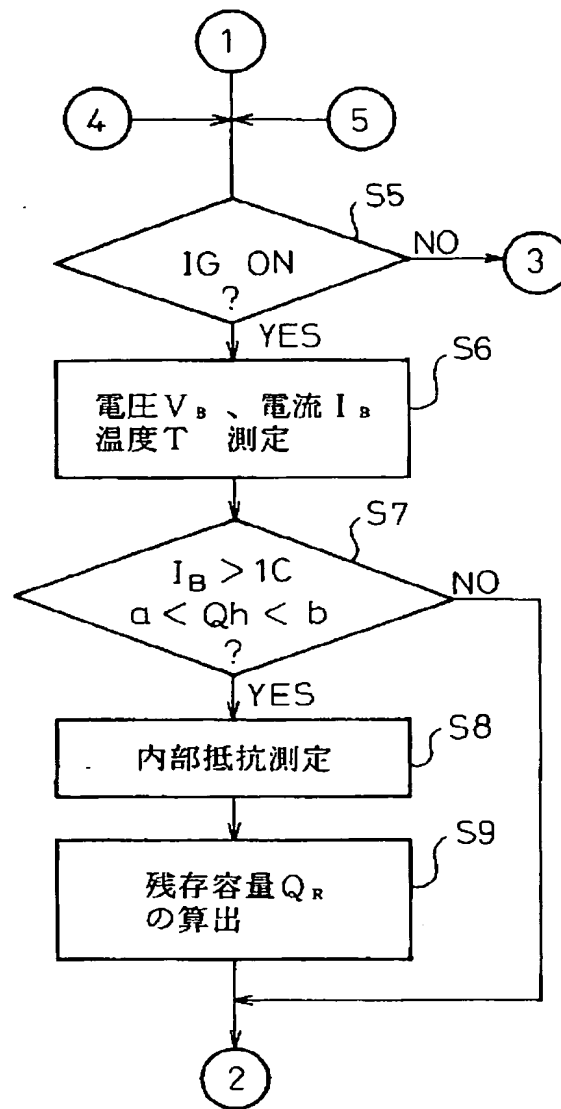
【図 8】



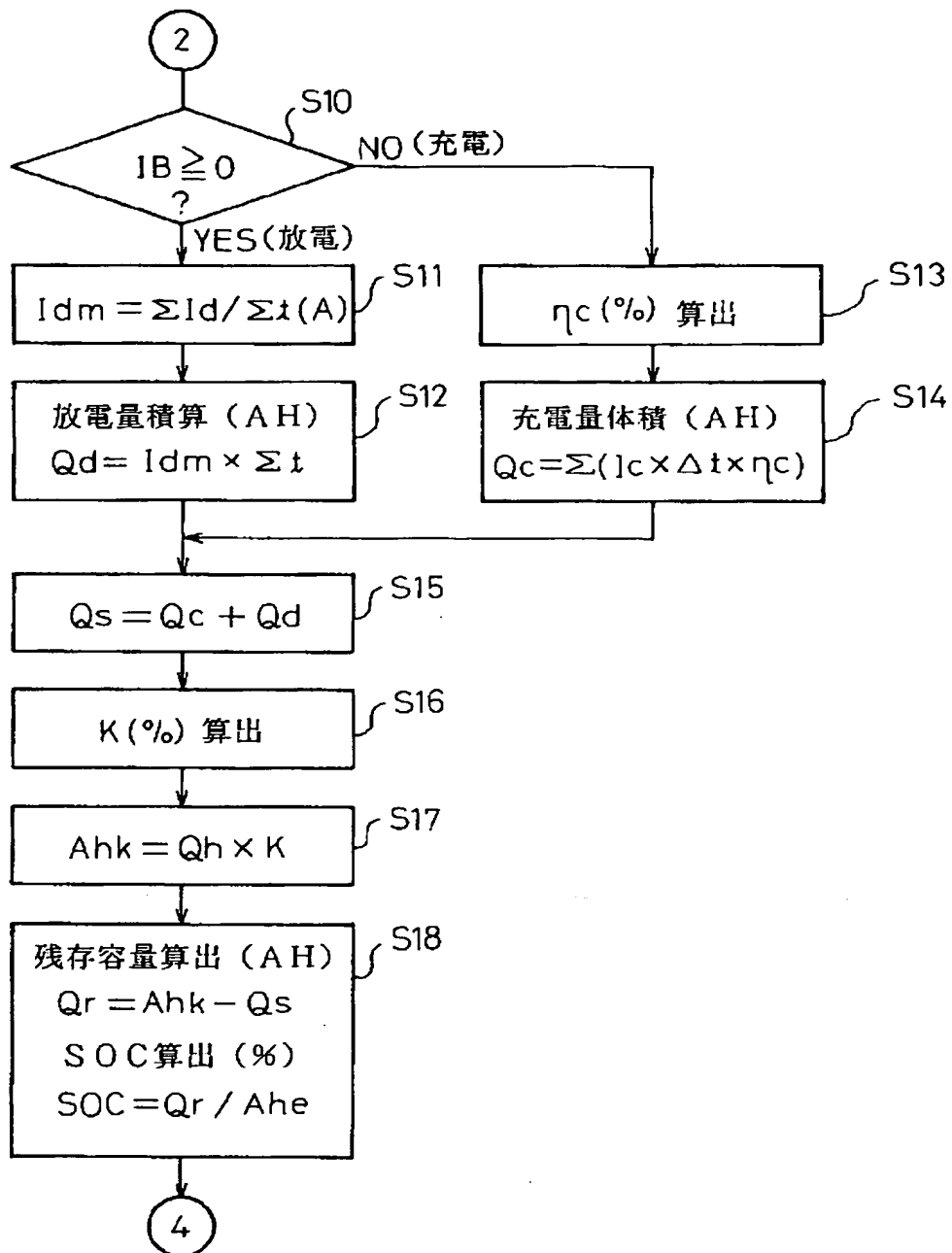
【図 15】



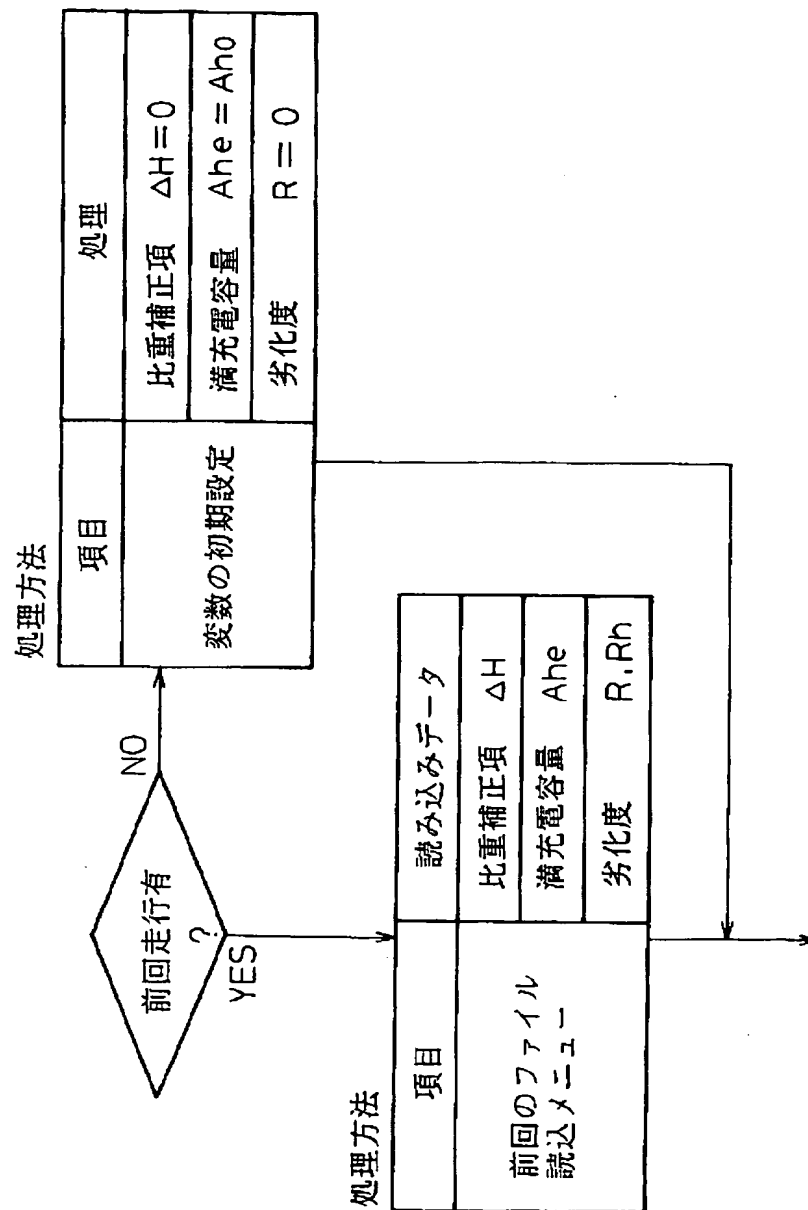
【図9】



【図10】



【図 1 2】



フロントページの続き

(72)発明者 内藤 正孝

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内